

**Eisen thermisch gespoten deklagen  
(Thermal Sprayed Metallic coatings)  
Handreiking  
OGOS-501-TRL**

Opdrachtgever : **OGOS**, Opdrachtgeversoverleg Staalconservering  
Samenwerkingsverband tussen:  
ProRail  
Rijkswaterstaat  
Tata Steel  
Vlaamse Overheid  
Gasunie  
Gemeente Rotterdam  
Ministerie van Defensie  
Provincie Zuid-Holland

Datum : 11-1-2016  
Vastgesteld : OGOS  
Versie : 2.0

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Toelichting op het eisenpakket voor thermisch gespoten deklagen</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Algemene aanbevelingen voor het metalliseren</b>	<b>7</b>
3.1	Staalkwaliteit ondergrond	7
3.2	Kathodische bescherming	8
<b>4</b>	<b>Aanbeveling voor de systeemkeuze</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Herstelmethoden</b>	<b>10</b>
5.1	Herstel thermisch gespoten deklagen	10
5.2	Herstel verfsysteem	10
<b>6</b>	<b>Technische aspecten te benoemen in kwaliteitsplan</b>	<b>10</b>
6.1	Constructie	10
6.2	Voorbehandeling	10
6.3	Applicatie thermisch gespoten deklaag	10
6.4	Kwaliteit thermisch gespoten deklaag	11
6.5	Aanbrengen verflaag op de thermisch gespoten deklaag	11
6.6	Veiligheidsmaatregelen	11
6.7	Herstelprocedure	11
<b>7</b>	<b>Literatuur</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>Normen</b>	<b>13</b>
	<b>Bijlage 1 Inventarisatie momenteel gestelde eisen</b>	<b>14</b>
	<b>Bijlage 2 Tabel met door OGOS-deelnemers opgestelde eisen voor thermisch gespoten deklagen</b>	<b>15</b>
	<b>Bijlage 3 Tabel met door OGOS-deelnemers opgestelde eisen voor verflagen op thermisch gespoten deklagen</b>	<b>19</b>

## 1 Inleiding

Deze handreiking behoort bij het Eisendeel "Eisen Thermisch gespoten deklagen" en geeft hierop een toelichting en achtergrondinformatie.

Hoofdstuk 2 geeft een toelichting op het eisendeel.

In hoofdstuk 3 staan aanbevelingen voor het aanbrengen van thermisch gespoten deklagen.

In hoofdstuk 4 staat een tabel met aanbeveling voor de systeemkeuze in relatie tot de levensduurverwachting.

Hoofdstuk 5 beschrijft de herstelmethoden van een thermisch gespoten deklaag bij beschadigingen.

In hoofdstuk 6 staan de eventueel in het contract op te nemen kwaliteitseisen.

In de bijlagen zijn overzichten gevoegd van de vigerende eisen van de OGOS deelnemers tijdens het opstellen van dit document.

## 2 Toelichting op het eisenpakket voor thermisch gespoten deklagen

In onderstaande toelichting wordt bij de verwijzingen de hoofdstuknummers uit het eisendeel vermeld waar de toelichting betrekking op heeft.

### *4.2 Eisen aan de constructie*

#### **Afronding randen**

##### TOELICHTING

Om de vereiste ruwheid op alle locaties te bereiken moeten alle walsdubbelingen, lasspetters, tijdelijke hechtlassen en ruwe lassen en brandkanten etc. worden verwijderd of moeten worden geslepen en glad worden afgewerkt.

Geharde delen in het staal oppervlak (blauwverkleuringen), lasplaatsen van hechtlassen, plasma snijranden etc. moeten eerst worden geslepen, totdat de geharde laag is verdwenen, omdat deze anders bij het stralen niet de vereiste ruwheid kan worden gehaald.

### *4.3 Eisen bij applicatie*

#### **Oppervlaktereinheid**

##### TOELICHTING

Het oppervlak moet vrij zijn van olie- en vetresten en andere verontreinigingen.

#### **Oppervlakteruwheid ondergrond**

##### TOELICHTING

Voor een goede hechting is een juiste ruwheid noodzakelijk.

De oppervlakteruwheid kan gemeten worden met een replica tape (ISO 8503-5) en/of een stylusinstrument (ISO 8503-4). De methode met de éénpuntstaster is niet toegestaan.

Rz-waarden boven de 127 µm zijn niet te meten met replica-tape. Deze zijn wel bij benadering snel te bepalen met een replica-schijf met loep volgens ISO 8503-1 en ISO-8503-2.

### **Aanbrengmethode**

#### **TOELICHTING 1**

Indien een thermisch gespoten deklaag is aangebracht door vlamspuiten mag deze niet worden hersteld of overlaagd door een elektrisch aangebrachte thermisch gespoten deklaag, omdat door de hoge temperaturen van het elektrisch draadspuiten een thermoshock optreedt. Door de thermoshock kan de thermisch gespoten deklaag onthechten. Andersom is dit niet het geval.

#### **TOELICHTING 2**

Voor het aanbrengen van op aluminium gebaseerde deklagen moet bij voorkeur elektrisch draadspuiten worden toegepast, deze is kwalitatief beter op gebied van ruwheid en hechting.

#### **TOELICHTING 3**

De overspray van AlMg5 is licht ontvlambaar, waardoor in voorkomende gevallen gevaarlijke situaties kunnen ontstaan.

Al en AlMg5 zijn in stofvorm explosief. Hiermee moet het metalliseerbedrijf bij het ontwerp en in het gebruik van de afzuig- en filterinstallatie rekening houden.

Tijdens het aanbrengen van thermische gespoten deklagen moeten persoonlijke beschermingsmiddelen worden gebruikt om inademing van vrijkomende stof en damp te voorkomen. Inademing van

Zn/Al 85/15 kan metaaldampkoorts veroorzaken, inademing van Al kan op de langere termijn schadelijke effecten voor de gezondheid veroorzaken.

In het V&G plan en de risico-inventarisatie moeten deze aspecten duidelijk benoemd worden.

#### **TOELICHTING 4**

Het oppervlak van een thermisch gespoten deklaag zal veelal ruw zijn. De ruwheid kan enigszins beïnvloed worden door de applicatiemethode en type. Over het algemeen geldt dat Zn/Al 85/15 lagen minder ruw zijn dan Al lagen.

### *4.4 Eisen aan thermisch gespoten deklaag*

### **Laagdikte**

#### **TOELICHTING 1**

Een thermisch gespoten aluminium deklaag vertoont onder een dikte van 160 tot 200 µm poriën tot de stalen ondergrond, dit heeft geen gevolgen voor de beschermende werking. Het roestwater zal uit de poriën bloeden, waardoor het lijkt dat het staal is aangetast. Na verloop van tijd zullen de poriën dichtslibben met aluminium corrosieproducten.

#### **TOELICHTING 2**

Een eigenschap van een thermisch gespoten deklaag zijn de grote spreiding in de laagdikte binnen een klein meetgebied.

#### **TOELICHTING 3**

Ondanks uitgebreide laagdiktemetingen is niet altijd te voorkomen dat er locaties aanwezig zijn met te weinig laagdikte zonder dat dit wordt vastgesteld.

#### **TOELICHTING 4**

Als aanvullende methode om te onderzoeken of poriën tot de ondergrond doorlopen (en zo dunnere lagen vast te stellen) kan het oppervlak natgemaakt worden. De plaatsen waar de poriën tot het staal doorlopen zullen bruin kleuren t.g.v. de corrosie. Nadeel van deze methode is dat het oppervlak nat wordt, hetgeen nadelig is als een aanvullende verflaag wordt aangebracht.

Deze methode dus niet toepassen op thermisch gespoten deklagen die voorzien worden van een sealer/mistcoat of verfsysteem.

## Hechting

### TOELICHTING

Een destructieve bepaling is de bepaling waarbij de thermisch gespoten deklaag rond de erop gelijkde dolly tot op de stalen ondergrond wordt ingesneden (door middel van een boor). Bij een niet destructieve bepaling wordt niet ingesneden en wordt de meting gestopt bij het bereiken van de vereiste hechtsterkte.

In de praktijk ligt de hechting veelal boven de 10 MPa.

### 4.5 Eisen aan metalliseerbedrijf en metalliseerder

#### Eisen aan de metalliseerder

##### TOELICHTING 1

Hierna volgt een beknopt overzicht van de verschillen aan de eisen die gesteld worden aan personeel dat thermisch gespoten deklagen aanbrengt.

Het betreft een vergelijking tussen de normen ANSI/AWS C2.16, ANSI/AWS C2.16M en ISO 14918. Bij ANSI/AWS C2.16 worden de werknemers door een extern gekwalificeerd bedrijf getoetst. Bij ANSI/AWS C2.16M worden de werknemers door het eigen bedrijf getoetst.

De ANSI/AWS en de ISO kennen de onderstaande indelingen (alleen de voor de OGOS van belang zijnde indelingen).

Thermisch gespoten deklaag	Applicatiemethode	Categorie	
		ANSI/AWS C2.16/C2.16M	ISO 14918
Al, AlMg5 en ZnAl	Vlamspuiten	FS-1	B1
Al, AlMg5 en ZnAl	Elektrisch	AS-1	B1

Tabel 1, Categorieën van eisen aan metalliseerders

Item	Beoordeeld item	Eis			Opmerkingen
		ANSI/AWS C2.16	ANSI/AWS C2.16M	ISO 14918	
Theorie-examen		Ja	Ja	Ja	Inhoud theorie-examen tussen normen vrijwel identiek
Praktijkexamen	Laagdikte bepaling	Ja	Ja	Ja	
	Hechtingstest	Ja, pull-off-test: AS-1 en FS-1: Al : gem. 10,3 MPa, min: 6,7 MPa ZnAl: gem. 7,2 MPa, min. 4,8 MPa	Ja, pull-off-test: AS-1 en FS-1: Al : gem. 10,3 MPa, min: 6,7 MPa ZnAl: gem. 7,2 MPa, min. 4,8 MPa	Ja, krastest of pull-off-test (volgens ISO 2063). Eisen onderling af te stemmen.	
	Buiging/elasticiteit	Ja	Ja	Nee	
Geldigheid	Initieel examen	Onbeperkt	Onbeperkt	3 jaar	Mits aan de ervaringseis wordt voldaan
	Ervaring	Elke 6 maanden metalliseren 8 uur metalliseren	Elke 6 maanden minimaal 8 uur metalliseren	Elke 6 maanden metalliseren	
	Wanneer gedurende 6 maanden geen metalliseerwerk is uitgevoerd	Nieuw examen doen, of voor afloop van de 6 maanden een proefstuk maken de buigtest uitgevoerd wordt	Nieuw examen doen, of voor afloop van de 6 maanden een proefstuk maken de buigtest uitgevoerd wordt	Nieuw examen doen	
Wie neemt examen af		Gekwalificeerde instantie	Bedrijf zelf	Gekwalificeerde instantie	

Tabel 2, Vergelijking van eisen aan metalliseerders

### 5.1 Eisen selectie van een verfsysteem op een thermisch gespoten deklaag

#### TOELICHTING 1

De geschiktheid van een sealer/mistcoat of verfsysteem op een thermisch gespoten deklaag moet voor toepassing worden aangetoond conform het beschreven laboratoriumonderzoek en de praktijktoets.

Dit onderzoek dient per type thermisch gespoten deklaag en per leverancier te worden uitgevoerd.

Het kan namelijk zijn dat een door een leverancier aangeboden verfsysteem op één type thermisch gespoten deklaag wel voldoet en op een ander type niet.

De eisen die genoemd staan zijn gerelateerd aan de eisen die ProRail op dit moment voorschrijft (SPC00240) en die ook vermeld zijn in het PSIBouw document SCON-2008-683-TCE "Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, voorlopige systeemeisen", versie 1.0, datum 30-10-2008).

#### TOELICHTING 2

Met de volgende sealer/mistcoats zijn goede ervaringen opgedaan bij toepassing op thermisch gespoten deklagen:

- Epoxysealer/mistcoat

Minder goede ervaringen zijn er met ijzerglimmerhoudende sealer/mistcoats bij immersiebelasting (Im) of een flinke zoutbelasting (C5-M). Er kan blaarvorming en delaminatie van de thermisch gespoten deklaag optreden.

Met de volgende verfsystemen zijn goede ervaringen opgedaan bij toepassing op thermisch gespoten deklagen:

- Systeem opgebouwd uit:
  - Epoxysealer/mistcoat
  - Polyurethaan of polysiloxaan deklaag

Van elk verfsysteem dient de toepasbaarheid op een specifieke thermisch gespoten deklaag te worden aangetoond conform paragraaf 5.1.

Voor immersiebelasting is de toepassing van een sealer/mistcoat of verfsysteem over de thermisch gespoten deklaag niet noodzakelijk. Voor de corrosiewering is de minimaal aangebrachte laagdikte van de thermisch gespoten deklaag van belang, zie hiervoor de laagdikte eisen.

#### 5.2 Eisen applicatie

##### **Laagdikte**

#### TOELICHTING

De laagdikte van de sealer/mistcoat is niet goed te meten, omdat de sealer/mistcoat tijdens applicatie in de poriën van de thermisch gespoten deklaag dringt. De sealer/mistcoat moet zodanig worden aangebracht dat de poriën gevuld zijn en het oppervlak bedekt is.

### **3 Algemene aanbevelingen voor het metalliseren**

In dit hoofdstuk staan algemene aanbevelingen voor het aanbrengen van thermisch gespoten deklagen.

#### **3.1 Staalkwaliteit ondergrond**

##### AANBEVELING

Het staal dient vrij te zijn van walsdubbelingen, onregelmatigheden (zoals splinter, bladders en overwalsingen), en putcorrosie.

Deze fouten zijn vaak pas te zien na het stralen.

Op grond van het bovenstaande kunnen alle uitgangsklassen van het staal volgens ISO 8501-1 toegepast worden. Bij het staal met de uitgangsklasse D zullen de aanwezige onregelmatigheden na het stralen en metalliseren zichtbaar blijven.

### **3.2 Kathodische bescherming**

#### **AANBEVELING**

Thermisch gespoten deklagen op basis van zink en/of aluminium zijn te verenigen met kathodische bescherming. Voor de berekening van de kathodische bescherming zal zowel de onder- als bovengrens van de bescherm potentiaal bekend moeten zijn. Hiermee wordt voorkomen dat versnelde aantasting van het aluminium optreedt. Bij een te goede bescherming (lees een potentiaal lager dan de corrosiepotentiaal van aluminium) wordt de thermisch gespoten deklaag geactiveerd. Te veel kathodische reactie op de thermisch gespoten deklaag kan de pH lokaal zodanig verhogen dat er in poriën juist actieve aantasting mogelijk is (aluminium is amfooteer en kan dus niet tegen zuur maar zeker ook niet tegen base).



#### 4 Aanbeveling voor de systeemkeuze

In onderstaande tabel wordt aangegeven welke thermisch gespoten deklaag toegepast kan worden in relatie tot de levensduurverwachting.

Levensduur- object	Gewenste onderhouds- vrije periode	Klimaatklasse	Esthetische eisen	Al laag	ZnAl laag	Al laag + verf	ZnAl laag + verf	ver f
30 jaar	20 jaar	Alle		X	X		X	<b>X</b>
> 30 jaar < 50 jaar	40 jaar	C4, Im1		X	<b>X</b>			
	30 jaar	C5-I		X	<b>X</b>			
	20-25 jaar	C4, C5-I, Im1	X		X	X	<b>X</b>	
	50 jaar	C5-M		<b>X</b>				
	20-25 jaar	C5-M		<b>X</b>	X	<b>X</b>	X	
	50 jaar	Im2		<b>X</b>				
≥ 50 jaar	20-25 jaar	Im2		<b>X</b>			X	
	40 jaar	C4, C-5, Im1		X	<b>X</b>			
	20-25 jaar	C4, C5-I, Im1	X			X	<b>X</b>	
	> 50 jaar	C4, C5-I, C5-M, Im1		X				
	30-50 jaar	Im2		X				
	20-25 jaar	C4, C5-I, Im1	X			X		
	20-25 jaar	C5-M		<b>X</b>				
20-25 jaar	Im2		<b>X</b>					

Toelichting:

**X** = de meest economische keuze

X = minder economische keuze

Note: In sommige toepassingen is de levensduurverwachting van een thermisch gespoten deklaag in combinatie met een verflaag korter dan alleen een thermisch gespoten deklaag. Levensduurverwachting betekent de periode tot groot onderhoud. Een verfsysteem gaat afhankelijk van de robuustheid van het verfsysteem ca. 20-25 jaar mee, daarna moet groot onderhoud gepleegd worden. Een thermisch gespoten deklaag gaat langer mee. De bepalende factor van duplexsystemen voor onderhoud is de verflaag

## 5 Herstelmethode

### 5.1 Herstel thermisch gespoten deklagen

Defecten aan gemetalliseerde lagen én secties die op de bouwplaats aan elkaar gelast worden waarvan de lasnaden beschermd dienen te worden kunnen op onderstaande wijze worden hersteld.

Verwijder loszittende thermisch gespoten deklaag door middel van afsteken.

- Verwijderen eventuele roest en straal de blank stalen delen tot een reinheidsgraad Sa 3 volgens ISO 8501-1.
- Ruwheid conform omschrijving in eisendeel. Het beste resultaat wordt bereikt als de straalnozzle hierbij schuin op het oppervlak staat om onthechting van de goed hechtende thermisch gespoten deklaag te voorkomen. Een overlap van 5 tot 7,5 cm met de onbeschadigde thermisch gespoten deklaag kan aangehouden worden.
- Op de gestraalde oppervlakte een nieuwe thermisch gespoten deklaag van hetzelfde type als aangebracht op het omringende oppervlak tot de vereiste laagdikte aanbrengen. Het overlappende deel beperken tot het oppervlak dat is aangestruald.

### 5.2 Herstel verfsysteem

Een beschadigd verfsysteem kan op onderstaande wijze worden hersteld:

- Loszittende verflagen verwijderen.
- Opnieuw aanbrengen verfsysteem.

## 6 Technische aspecten te benoemen in kwaliteitsplan

In het kwaliteitsplan van de aannemer dienen minimaal de onderstaande volgende technische aspecten te zijn verwerkt. Het uitgangspunt hierbij is dat het eisendeel bekend is bij de aannemer.

### 6.1 Constructie

- Hoe worden scherpe randen voorbereid?

### 6.2 Voorbehandeling

- Met welk straalmiddel wordt gestraald (type, grofheid, leverancier)?
- Hoe wordt de reinheid beoordeeld (methode en frequentie)?
- Hoe wordt de ruwheid beoordeeld (methode, frequentie en met welke apparatuur)?
- Hoe wordt de hoeveelheid stof op de ondergrond beoordeeld (methode en frequentie)?

### 6.3 Applicatie thermisch gespoten deklaag

- Welk type thermisch gespoten deklaag wordt aangebracht (welke legering)?
- Welke draaddiameter wordt gebruikt?
- Hoe wordt de samenstelling van de legering geborgd (analyse, certificaat)?
- Met welke methode en apparatuur wordt de thermisch gespoten deklaag aangebracht?

#### **6.4 Kwaliteit thermisch gespoten deklaag**

- Hoe wordt de laagdikte bepaald (methode, apparatuur, aantal metingen per m of m<sup>2</sup>)?
- Hoe wordt de hechting bepaald (methode, apparatuur, aantal metingen per m of m<sup>2</sup>)?

#### **6.5 Aanbrengen verflaag op de thermisch gespoten deklaag**

- Hoe wordt de vereiste reinheid van de ondergrond gewaarborgd?
- Welke verfproducten worden aangebracht (type, merknaam en leverancier)?
- Welke tijdsduur zitten er tussen het metalliseren en het aanbrengen van de verflagen?
- Wat zijn de omgevingsomstandigheden tussen het metalliseren en het aanbrengen van de verflagen (o.a. temperatuur oppervlak, dauwpunt en relatieve vochtigheid) en hoe wordt dit geborgd?
- Hoe wordt de laagdikte van de verflagen bepaald (methode, apparatuur, aantal metingen per m of m<sup>2</sup>)?
- Hoe wordt de hechting van de verflagen bepaald (methode, apparatuur, aantal metingen per m of m<sup>2</sup>)?

#### **6.6 Veiligheidsmaatregelen**

- Inzet persoonlijk beschermingsmiddelen (PBM's)
- Afzuiging Al-stof of Zn/Al 85/15 stof
- Type brandblusmiddelen

#### **6.7 Herstelprocedure**

- Hoe worden gebreken in de thermisch gespoten deklaag en verflagen hersteld (bijv. herstellocatie, herstelmethode (o.a. voorbehandeling en aanbrengmethode) en herstelomstandigheden)?

## 7 Literatuur

Ten behoeve van de rapportage is naast de in te tekst vermelde normen gebruik gemaakt van de onderstaande literatuur.

- NBD 10300: "Eisen thermische spuitlagen; Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie", versie: definitief, datum: 01-08-2005, auteurs: D.Ros en J/Blom.
- DEP 30.48.40.31-Gen: "Technical Specification; Thermal Spray of Aluminium and 85/15 Zn/Al Alloy", dd 18-02-2008, auteurs: Shell Global Solutions International B.V. en Shell International Exploitation and Production B.V.
- DEP 30.48.40.33-EPE: "Technical Standard; External Protective Coatings for On- and Offshore Facilities", datum: Juni 2005, auteurs: Shell International Exploitation and Production B.V.
- DEP 70.48.11-30-Gen: "Technical Specification, Protective coatings for offshore facilities", datum: Oktober 2006, auteur: Shell Global Solutions International B.V. en Shell International Exploitation and Production B.V.
- Document: "SPC00240, Productspecificatie Conservering Staal Nieuwbouw", versie 005 van 01-02-2013, auteur: ProRail Assetmanagement.
- Document: "RLN00068, Applicatie eisen thermisch gespoten aluminium", versie 006 van 01-04-2011, auteur: ProRail Beheer en Instandhouding.
- Document: "Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 1, basisdocument", versie 1.0, documentnummer: SCON-2008-682-TCE, datum 30-10-2008, auteurs: Ing. J. van Montfort, Ing. L.F.J.M. Linssen, uitgave PSI-Bouw, Project Professionaliseren Staalconserveren.
- Document: "Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, voorlopige systeemeisen", versie 1.0, documentnummer: SCON-2008-683-TCE, datum 30-10-2008, auteurs: Ing. J. van Montfort, Ing. L.F.J.M. Linssen, uitgave PSIBouw, Project Professionaliseren Staalconserveren.
- Tech-info-blad nr. TI.05.25: "Thermisch gespoten aluminiumlagen (toepassing, kosten en ontwerpaspecten)", FME-CWM, september 2005.
- Tech-info-blad nr. TI.05.24: "Dikke deklagen. Selectie en keuzecriteria in relatie met functionaliteit", FME-CWM, september 2005.
- Praktijkrichtlijn voor het aanbrengen van een duplexstelsel op staal: thermisch gespoten deklagen (metallisatie) gevolgd door een organische deklaag", Uitgave EVIO, dec 2007.
- Guus Coolegem en Robert Gouwen: "Aluminium deklagen, Literatuuroverzicht 1995-2004", TNO-Rapport CA04.5071, TNO Industrie, 17 september 2004.
- S.Koruda en M. Takemoto: "Ten Year Interim Rapport of Thermal Sprayed Zn, Al and Zn-Al Coatings Exposed to Marine Corrosion by Japan Association of Corrosion Control", Proceeding of the 1<sup>st</sup> International Thermal Spray Conference, Montreal 2000.
- A.J. de Munter, A. Bult en J.A. de Jong: "On the Economical and Environmental Aspects of TSA Coating".
- ing. J.A. de Jong: "Rapport haalbaarheid aluminiseren roldeur 5, Westsluis te Terneuzen, Technische haalbaarheid, risico inventarisatie, integrale kosten en milieu", Bouwdienst Rijkswaterstaat, Rapportnummer: 4838R-JJO-01.119, van 9 juli 2001.
- Mink Ros: "Levenscycluskosten als uitgangspunt", Artikel uit Oppervlaktetechnieken nr. 1 - 2004 - jrg 48.
- Marita Bütelführ: "Einfluss des Aluminiumgehaltes gespritzter Zinküberzüge auf den Korrosionsschutz von Stahl", Otto-Graf-Institut Stuttgart, ISSN 0585-7899, ISBN 3-9809512-4-3, Schriftenreihe Heft 91, 2006.
- P. Verbiest: "Daling corrosiesnelheid van zink tijdens de laatste decennia", O&C nov.1998.
- NACE Paper No. 04023 Rapid Degradation of Painted TSA, O. Knudsen and T. Rogne, 2004

## 8 Normen

- ISO 2063: "Thermal spraying – Metallic and other inorganic coatings – Zinc, aluminum and their alloys", 2005.
- ISO 2409: "Ruitjesproef", 2013.
- ISO 4624: "Lostrekproef voor de bepaling van de hechting", 2002.
- ISO 6270-1: "Bepaling van de bestandheid tegen vocht - Deel 1: continue-condensatie", 1998.
- ISO 8501-1: "Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid: Deel 1: Voorbehandeling voor roest van niet-bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen", 2007.
- ISO 8502-6: "Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Beproevingen voor de beoordeling van de oppervlaktereinheid - Deel 6: Extractie van oplosbare verontreinigingen voor analyse - Methode volgens Bresle", 2006.
- ISO 8503-1: "Voorbereiding van oppervlakken van staal voor het aanbrengen van verf en aanverwante producten - Eigenschappen van gestraalde oppervlak van staal - Deel 1: Specificaties en definities voor vergelijkingsmonsters voor de ISO-ruwheid voor de beoordeling van gestraalde oppervlakken", 1995.
- ISO 8503-2: "Voorbereiding van oppervlakken van staal voorafgaand aan het aanbrengen van verf en aanverwante producten - Eigenschappen van de oppervlakruwheid van gestraalde staalsubstraten - Deel 3: Methode voor de kalibratie van ISO-oppervlakprofiel vergelijkingsmonsters en voor het vaststellen van het oppervlakprofiel - Procedure voor het inzoemen van de microscoop", 2012.
- ISO 8503-4 : " Voorbereiding van oppervlakken van staal voor het aanbrengen van verf en aanverwante producten - Eigenschappen van gestraalde oppervlak van staal - Deel 4: Methode voor de kalibratie van vergelijkingsmonsters voor de ISO-ruwheid en voor de bepaling van de ruwheid - Methode met taster", 2012
- ISO 8503-5 : "Voorbereiding van oppervlakken van staal voor het aanbrengen van verf en aanverwante producten - Eigenschappen van gestraalde oppervlak van staal - Deel 5: Replica bandmethode voor de bepaling van het oppervlakprofiel", 2003
- ISO 9001: "Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen" , September 2008.
- ISO 11341:" Verven en vernissen-Kunstmatige verwerking en blootstelling aan kunstmatige straling- blootstelling aan gefilterde xenonboogstraling", 2004
- ISO 11997-1: "Bepaling van de weerstand tegen cyclische corrosie-omstandigheden - Deel 1: Nat (zoutnevel)/droog/vochtig", 2005.
- ISO 14918: "Thermisch spuiten – Het kwalificeren van thermische spuiters", 1998.
- ISO 20340: "Prestatie-eisen voor beschermende verfsystemen voor buitengaats en gerelateerde constructies", 2009.
- AWS C2.16/C2.16M:2002: "Guide for Thermal-Spray Operator Qualification", 2002.
- AWS C2.16-92: "Guide for Thermal-Spray Operator Qualification", April 1992, status: vervallen.
- NACE No.12/AWS C2.23M/SSPC-CS 23.00: "Specifications for the Application of Thermal Spray Coatings (Metallizing) of Aluminum, Zinc, and Their alloys and Composites for the Corrosion Protection of Steel", 2003.
- ProRail document SPC00240
- PSIBouw SCON-2008-683-TCE "Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, voorlopige systeemeisen", versie 1.0, datum 30-10-2008",
- Vlaamse Overheid document Hoofdstuk 33-Conservingswerken Versie 26-07-2012 (wijzigingsblad 01 januari 2014), document Hoofdstuk 26- Staal en staalconstructies Versie 26-7-2012 (wijzigingsblad 16 juli 2014)

## **Bijlage 1 Inventarisatie momenteel gestelde eisen**

De onderstaande opdrachtgevers stellen op dit moment met betrekking tot het metalliseren de onderstaande eisen.

### **Rijkswaterstaat**

De eisen zijn vermeld in het document: OGOS-500-TRL Eisen thermisch gespoten deklagen

### **ProRail**

De eisen zijn vermeld in de documenten:

- Titel: "SPC00240, Productspecificatie Conservering Staal Nieuwbouw", versie 004 van 01-02-2010, auteur: ProRail Assetmanagement.
- Titel: "RLN00068, Applicatie eisen thermisch gespoten aluminium", versie 006 van 01-04-2011, auteur: ProRail AM Railsystemen.

In het document SPC00240 staan de laboratorium-eisen waar een aangebrachte aluminiumlaag aan dient te voldoen met de eisen waaraan een aanvullende verflaag of verflagen dienen te voldoen.

In het document RLN00068 staan de applicatie-eisen waar aan aangebracht thermisch gespoten deklaag dient te voldoen en de eisen waar de metalliseerders aan dienen te voldoen.

De eisen staan vermeld in de overzichtstabel in Bijlage 2 en 3.

### **Gemeente Rotterdam**

De eisen zijn vermeld in het document:

- 56 "Technische bepalingen conserveringswerken; Eisen en uitvoering; Aanbrengen thermisch gespoten aluminium deklaag". Bestektekst uit een bestek, auteur: Gemeente Rotterdam.

Dit document geeft de applicatie-eisen van een aangebrachte aluminiumlaag en een aanvullende verflaag.

De eisen staan vermeld in de overzichtstabel in Bijlage 2 en 3.

### **Vlaamse Overheid**

De eisen zijn vermeld in het document:

- Hoofdstuk 33-Conserveringswerken Versie 26-07-2012 (wijzigingsblad 01 januari 2014)
- Hoofdstuk 26- Staal en staalconstructies Versie 26-7-2012 (wijzigingsblad 16 juli 2014)

## Bijlage 2 Tabel met door OGOS-deelnemers opgestelde eisen voor thermisch gespoten deklagen

### Aluminiumlagen

Deel onderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS	ProRail	Gemeente Rotterdam	PSI Bouw	Vlaamse overheid	Opmerking
Keuze systeem	Laboratorium-onderzoek t.b.v. toelating	Snelverweringstest volgens ISO 20340 gedurende 4200 uur		Geen defecten, hechting $\geq 5$ MPa		Geen defecten, hechting $\geq 5$ MPa		
		Corrosiewisseltest volgens ISO 11997-1, Cycle B gedurende 15 cycli (2100 uur PSI Bouw)		Geen defecten, hechting $\geq 5$ MPa		Geen defecten, hechting $\geq 5$ MPa		
		Waterdampstest volgens ISO 6270-1, gedurende 3 maanden (2000 uur PSI Bouw)		Geen defecten, hechting $\geq 5$ MPa		Geen defecten, hechting $\geq 5$ MPa		
	Praktijkervaring na 3 jaar t.b.v. toelating			Geen defecten, bij beschadiging $\leq 1$ mm ondermijning, hechting $\geq 6$ MPa				
	Toegelaten legeringen		Al 99,5 Zn/Al (85/15)	Al 99,5 (= 1100 of 1350) AlMg5 Zn/Al (85/15)	Al 99,5 AlMg5		Zn/Al (85/15) Al 99,5 AlMg5	

Deel onderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS	ProRail	Gemeente Rotterdam	PSI Bouw	Vlaamse overheid	Opmerking
Eisen constructie	Afrondingsstraal		≥ 3 mm	≥ 2 mm	≥ 2 mm		≥ 3 mm voor aluminium ≥ 2 mm voor zink aluminium	
Applicatie-eisen	Methode		Vlamspuiten of elektrisch draadspuiten	Vlamspuiten of elektrisch draadspuiten	Elektrisch boogspuiten		Vlamspuiten of elektrisch draadspuiten	
	Reinheid ondergrond	ISO 8501-1	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½		Sa 3	
	Ruwheid ondergrond	ISO 8503-4 (8504-1)	Ry5 = 80-120 µm	Ry5 = 80-120 µm	Ry5 = 80-120 µm		Rz = 75-100 µm (ZnAl) Rz = 80-120 µm (Al)	
		ISO 8503-5					/	
	Oplosbaar zout ondergrond	ISO 8502-6	≤100 mg/m <sup>2</sup>				< 50 mg/m <sup>2</sup>	
Eisen aan Zn/Al laag met verfsysteem		ISO 4624  ISO 2063					Laagdikte gemiddeld 120 µm (voor minimum 80/20 regel) Hechting ISO 4624 ≥ 10MPa (hydraulische tester) Beitel (bijlage A1 ISO 2063), mag niet afspringen	
Eisen aan aluminium-laag	Laagdikte bij toepassing Al zonder		Nominaal 260 µm	Gemiddeld Minimum 300 µm			Gemiddeld 250µm Absoluut minimum 200µm	



Deel onderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS	ProRail	Gemeente Rotterdam	PSI Bouw	Vlaamse overheid	Opmerking
	verfsysteem			Absoluut minimum 250 µm			Maximum 500 µm	
	Laagdikte bij toepassing Al met aanvullend verfsysteem	ISO 2178	Nominaal 260 µm	Gemiddeld Minimum 250 µm Absoluut minimum 200 µm	Minimaal 240 µm Nominaal 280 µm		Gemiddeld 250µm Absoluut minimum 200µm Maximum 500µm Enkel een sealer/mistcoat 30 µm	
	Hechting	ISO 4624	≥ 5 MPa	≥ 6 MPa	≥ 5 MPa		≥ 10 MPa (cohesieve breuk) Hydraulische tester	
Garantie			10 jaar	10 jaar	10 jaar			
Verwachte bescherm- ingsduur			50 jaar	> 40 jaar				
Eisen applicatie- bedrijf	Kwaliteitsnorm	ISO 9001 ISO 9002 ANSI/AWS C2.18-93	ISO 9001 en ANSI/AWS C2.18-93	ISO 9001 of 9002 en ANSI/AWS C2.18-93				
	Ervaring		Min. 5 jaar ervaring, waarbij tenminste 5 objecten met een oppervlak van min. 50%	Object met minimaal de helft van het te metalliseren oppervlak gemetalliseerd				

Deel onderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS	ProRail	Gemeente Rotterdam	PSI Bouw	Vlaamse overheid	Opmerking
			van het te metalliseren oppervlak dienen te zijn gemetalliseerd					
							Als conserveringssyst eem voor de 1 <sup>ste</sup> x toepassen → proefvlak of -plaat in aanwezigheid van de aanbestedende overheid → telkens bij gebruik andere draad (en andere verven) Zie 33-1.1.5.2 van SB260 Hier worden controles op gedaan.	
Eisen applicateur		ANSI/AWS C2.16-92	ANSI/AWS C2.16-92	ANSI/AWS C2.16-92			Zie certificatie	

### Bijlage 3 Tabel met door OGOS-deelnemers opgestelde eisen voor verflagen op thermisch gespoten deklagen

#### Aluminiumlagen

Deel- onderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS	ProRail	Gemeente- Rotterdam	PSI Bouw	Vlaamse overheid	Opmerking
Keuze systeem	Laboratorium- onderzoek t.b.v. toelating	Corrosiewisseltes t volgens ISO 11997-, Cycle B gedurende 15 cycli (2100 uur PSI Bouw)		Langs kras tot op thermisch gespoten deklaag: ≤2 mm blaren en ondermijning Op oppervlak: Geen defecten, Hechting verflagen minimaal klasse 1 volgens ISO 2409		Langs kras tot op thermisch gespoten deklaag: ≤2 mm blaren en ondermijning Op oppervlak: Geen defecten, Hechting verflagen minimaal klasse 1 volgens -ISO 2409		
		Waterdampstest volgens ISO 6270-1, gedurende 3 maanden (2000 uur PSI Bouw)		Langs kras tot op thermisch gespoten deklaag: maximale 5 mm blaren en ondermijning Op oppervlak: Geen defecten, blaarvorming maximaal s2d2 volgens ISO		Langs kras tot op thermisch gespoten deklaag: maximale 5 mm blaren en ondermijning Op oppervlak: Geen defecten, blaarvorming maximaal s2d2 volgens ISO		

Deel- onderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS	ProRail	Gemeente- Rotterdam	PSI Bouw	Vlaamse overheid	Opmerking
				4628-2, hechting minimaal klasse 1 volgens ISO 2409		4628-2, hechting minimaal klasse 1 volgens ISO 2409		
		Snelverwerkingste st volgens ISO 11341, Cycle A gedurende 2000 uur		Geen defecten, glans minimaal 30% van de uitgangswaarde		Geen defecten, glans minimaal 30% van de uitgangswaarde		Alleen wanneer esthetische eisen worden gesteld.
Keuze verfsysteem	Praktijkervaring na 3 jaar t.b.v. toelating			Geen defecten, bij beschadiging maximaal 2 mm ondermijning, hechting minimaal 5MPa				
	Toegelaten verfsystemen			Epoxy, polyurethan, polysiloxaan			Epoxy Polyurethaan Polysiloxaan  Eventueel 1-component PU	
Applicatie- eisen	Tijdsduur na metalliseren			Binnen 2 weken, mits vochtigheid onder 85% blijft en staaltemperatuur minimaal 3°C boven dauwpunt.	Zo spoedig mogelijk		Onmiddellijk mistcoat aanbrengen	

Deel- onderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS	ProRail	Gemeente- Rotterdam	PSI Bouw	Vlaamse overheid	Opmerking
	Reinheid ondergrond				Oxidelag voor aanbrengen verflagen verwijderen		Stofvrij, geen vocht	
Eisen aan verflagen	Laagdikte verflagen						ZnAl (160µm, 320 µm, 370 µm totale laagdikte verfsysteem volgens H33 van SB260) Al (sealer/mistcoat 30 µm)	
	Hechting						Cross-cut: DFT < 250µm Sint-Andries: DFT ≥ 250 µm Pull-off: ≥ 6MPa	
Garantie			10 jaar	10 jaar	10 jaar			
Verwachte beschermin- gs-duur			50 jaar	> 40 jaar				Verflagen wel eerder onderhoud
Eisen applicatie- bedrijf	Kwaliteitsnorm		ISO 9000	ISO 9001 of 9002				
	Ervaring			Object met minimaal de				

Deel- onderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS	ProRail	Gemeente- Rotterdam	PSI Bouw	Vlaamse overheid	Opmerking
				helpt van het te metalliseren oppervlak gecoat				
Eisen applicateur							Zie certificatie	